

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Энергетический

Направление подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Кафедра Электроэнергетических систем (ЭЭС)

**МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ**

Тема работы
<b>Исследование влияния автоматического включения резерва на процессы самозапуска мощных синхронных двигателей</b>

УДК 621.313.32.013

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5АМ4Б	Дементьев Роман Александрович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор кафедры ЭЭС ЭНИН ТПУ	Гусев А.С.	д.т.н., доцент		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент кафедры менеджмента ИСГТ ТПУ	Грахова Е.А.			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ЭБЖ ИНК ТПУ	Извеков В.Н.	к.т.н., доцент		

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ЭЭС	Сулайманов А.О.	к.т.н.		

Томск – 2016 г.

## Запланированные результаты обучения

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Универсальные компетенции</i>	
P1	<i>Совершенствовать</i> и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень, добиваться нравственного и физического совершенствования своей личности, обучению новым методам исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности.
P2	<i>Свободно пользоваться русским и иностранным языками</i> как средством делового общения, способностью к активной социальной мобильности.
P3	<i>Использовать</i> на практике навыки и умения в организации научно-исследовательских и производственных работ, в управлении коллективом, использовать знания правовых и этических норм при оценке последствий своей профессиональной деятельности.
P4	<i>Использовать</i> представление о методологических основах научного познания и творчества, роли научной информации в развитии науки, готовностью вести работу с привлечением современных информационных технологий, синтезировать и критически резюмировать информацию.
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P5	<i>Применять углубленные естественнонаучные, математические, социально-экономические и профессиональные знания</i> в междисциплинарном контексте в инновационной инженерной деятельности в области электроэнергетики и электротехники.
P6	Ставить и <i>решать инновационные задачи</i> инженерного анализа в области электроэнергетики и электротехники с использованием глубоких фундаментальных и специальных знаний, аналитических методов и сложных моделей в условиях неопределенности.
P7	Выполнять <i>инженерные проекты</i> с применением оригинальных методов проектирования для достижения новых результатов, обеспечивающих конкурентные преимущества электроэнергетического и электротехнического производства в условиях жестких экономических и экологических ограничений.
P8	Проводить инновационные <i>инженерные исследования</i> в области электроэнергетики и электротехники, включая критический анализ данных из мировых информационных ресурсов.
P9	Проводить технико-экономическое обоснование проектных решений; выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда; определять и обеспечивать эффективные режимы технологического процесса.
P10	Проводить <i>монтажные, регулировочные, испытательные, наладочные работы</i> электроэнергетического и электротехнического оборудования.
P11	<i>Осваивать новое</i> электроэнергетическое и электротехническое оборудование; проверять техническое состояние и остаточный ресурс оборудования и организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт.
P12	Разрабатывать рабочую <i>проектную и научно-техническую документацию</i> в соответствии со стандартами, техническими условиями и другими нормативными документами; организовывать метрологическое обеспечение электроэнергетического и электротехнического оборудования; составлять <i>оперативную документацию</i> , предусмотренную правилами технической эксплуатации оборудования и организации работы.

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Энергетический  
Направление подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника  
Кафедра Электроэнергетических систем

УТВЕРЖДАЮ:  
Зав. кафедрой ЭЭС  
\_\_\_\_\_  
(Подпись) (Дата) Сулайманов А.О.  
(Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

магистерской диссертации

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
5АМ4Б	Дементьев Роман Александрович

Тема работы:

Исследование влияния автоматического включения резерва на процессы самозапуска мощных синхронных двигателей

Утверждена приказом директора (дата, номер)

Дата 27.01.2016 № 432/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

**Исходные данные к работе**

*(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).*

1. Схема электроснабжения синхронных двигателей.
2. Расчетная модель системы электроснабжения для воспроизведения необходимых режимов работы и процессов исследуемых синхронных двигателей, выполненная в «ВМК РВ ЭЭС».
3. Данные технических паспортов исследуемых синхронных двигателей.
4. Паспортные данные и рекомендованная для использования научно-техническая литература.

**Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов**

*(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).*

1. Анализ решаемой задачи на основе обзора опубликованных результатов исследований и ее актуальность.
2. Анализ исходных данных и обоснование математической модели необходимой для исследования.
3. Разработка программы экспериментальных исследований.
4. Выполнение экспериментальных

	исследований согласно разработанной программе. 5. Анализ результатов экспериментальных исследований и обоснование на их основе рекомендаций, обеспечивающих надежное и эффективное функционирование СДН в нормальном режиме, с учетом работы АВР.
<b>Перечень графического материала</b>	1. Однолинейная схема системы электроснабжения исследуемых синхронных двигателей. 2. Схема моделирования нормальных и аварийных режимов и процессов исследуемых синхронных двигателей. 3. Осциллограммы аномальных режимов работы исследуемых синхронных двигателей.

#### **Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы**

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Грахова Е.А.
Социальная ответственность	Извеков В.Н.
Раздел на иностранном языке	Тарасова Е.С.

#### **Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:**

Общая характеристика решаемой задачи и исходные данные (язык написания – русский)
Математическая модель и ее обоснование (язык написания – русский)
Моделирование аномальных режимов и процессов исследуемых СДН в целом (язык написания – русский)
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение (язык написания – русский)
Социальная ответственность (язык написания – русский)
Заключение (язык написания – русский)
The problem of maintaining stable and effective operation of large synchronous machines (язык написания – английский)

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	
---	--

#### **Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор кафедры ЭЭС ЭНИН ТПУ	Гусев А.С.	д.т.н., доцент		

#### **Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5АМ4Б	Дементьев Р.А.		

## **Реферат**

Магистерская диссертация состоит из 147 листов, 42 рисунков, 28 таблиц, 25 источников, 1 приложения.

Ключевые слова: синхронный двигатель, самозапуск, математическая модель, уставка, выбег, моделирование, автоматическое включение резерва, система электроснабжения.

Объектом исследования является синхронный двигатель с системой автоматического включения резерва.

Цель исследования: определение возможности и условий самозапуска синхронных двигателей насосов, необходимого для непрерывного функционирования производства, обеспечиваемого работой этих двигателей.

Для достижения поставленной цели проведен ряд экспериментов на базе созданного в НИЛ «Моделирование ЭЭС» ЭНИН ТПУ Всережимного моделирующего комплекса реального времени электроэнергетических систем, а также использованы расчетные и графоаналитические методы.

Полученные результаты свидетельствуют о возможности удержания полного состава электродвигателей, входящих в исследуемую схему электроснабжения, с номинальной нагрузкой при перерывах в электроснабжении связанных с различными авариями в энергосистеме.

Областью применения проводимого исследования является система обратного водоснабжения крупного нефтехимического комбината.

Экономическая значимость работы заключается в предотвращении недоотпуска продукции предприятия вследствие нарушения непрерывности технологического процесса, обеспечиваемого работой рассматриваемых синхронных двигателей.

## **Список сокращений**

СД – синхронный двигатель

РЗ – релейная защита

АВР – автоматическое включение резерва

АПВ – автоматическое повторное включение

СЭС – система электроснабжения

РУ – распределительное устройство

ГПП – главная понизительная подстанция

ТЭЦ – теплоэлектроцентраль

АРВ – автоматическая регулировка возбуждения

ЗМН – защита минимального напряжения

МТЗ – максимальная токовая защита

к.з. – короткое замыкание

## Оглавление

Реферат	5
Список сокращений	6
Введение	10
Обзор литературы	12
1 Общая характеристика решаемой задачи и исходные данные	13
1.1 Параметры математических моделей СДН	17
2 Математическая модель и ее обоснование	20
2.1 Требования к математическим моделям	20
2.2 Математическая модель каждого СДН с учетом возбудителя с АВР и нагрузки – насоса	22
2.3 Уравнения универсальной системы АВР синхронного двигателя	26
2.4 Уравнение механического момента нагрузки – насоса СДН	28
2.5 Математическая модель эквивалентной связи ( $Z_{\Sigma}$ )	29
3 Моделирование аномальных режимов и процессов исследуемых СДН в целом	30
3.1 Программа и методики исследования условий самозапуска синхронных двигателей с учетом влияния АВР	30
3.2 Нормальные пусковые режимы	31
3.3 Эксперимент №1. Режимы СДН при снижениях напряжения на шинах секции РУ-142	35
3.4 Эксперимент №2. Процессы выбега и самозапуска СДН, связанные с АВР между секциями РУ-142	41
3.5 Эксперимент №3. Исследование процессов выбега и самозапуска СДН при 3х-фазных к.з. различной длительности на шинах секции РУ-142 в номинальном исходном	

режиме работы без АВР	55
3.6 Эксперимент №4. Исследование процессов обусловленных возникновением токов 3х-фазного к.з. в кабелях ввода, присоединений СДН и создаваемых ими тепловых импульсов, определяющих термическую стойкость этих кабелей	69
3.7 Рекомендации, согласно полученным результатам исследования	80
4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	82
4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	83
4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования	83
4.1.2 SWOT-анализ	84
4.2 Планирование этапов и выполнения работ проводимого научного исследования	88
4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования	88
4.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ	90
4.2.3 Разработка графика проведения научного исследования	91
4.3 Расчет бюджета для научно-технического исследования	95
4.3.1 Расчет материальных затрат НТИ	95
4.3.2 Основная заработная плата исполнителей темы	96
4.3.3 Дополнительная заработная плата исполнителей темы	99
4.3.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	100
4.3.5 Накладные расходы	101
4.3.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	101



4.4 Определение целесообразности и эффективности научного исследования	103
4.4.1 Анализ и оценка научно-технического уровня проекта	103
4.4.2 Оценка важности рисков	104
Выводы	106
5 Социальная ответственность	110
Аннотация	110
Введение	110
5.1 Производственная безопасность	111
5.1.1 Анализ вредных и опасных производственных факторов	111
5.2 Производственная санитария	114
5.2.1 Микроклимат	114
5.2.2 Освещенность	115
5.2.3 Расчет системы общего искусственного люминесцентного освещения помещения	115
5.2.4 Производственный шум	119
5.3 Техника безопасности	120
5.3.1 Электробезопасность	122
5.3.2 Экологическая безопасность	123
5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	124
5.4.1 Пожарная безопасность	125
5.5 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	129
Заключение	131
Список использованных источников	133
Приложение А. The problem of maintaining stable and effective operation of large synchronous machines	136

## **Введение**

### **Актуальность работы**

Непрерывность технологического процесса сложных производств, в частности в нефтехимической отрасли, в значительной мере зависит от устойчивой работы многодвигательной нагрузки, в том числе мощных синхронных двигателей. В реальных условиях единственным способом сохранения в работе синхронных двигателей при различного рода авариях в системе электроснабжения, является разрешение и обеспечение их самозапуска, что впоследствии позволяет свести к минимуму возможный ущерб. Однако, ориентация на обобщенные критерии оценки и разрешения самозапуска, не всегда приводит к нужному результату.

**Объектом исследования** является синхронный двигатель в конкретной схеме электроснабжения с системой автоматического включения резерва.

**Предметом исследования** являются процессы самозапуска синхронных двигателей в режиме автоматического включения резерва.

**Целью работы** является определение возможности и условий самозапуска синхронных двигателей насосов (СДН), необходимого для непрерывного функционирования производства, обеспечиваемого работой этих двигателей.

**Задачи работы**, поставленные и решаемые в рамках данного исследования, представляют собой анализ возможных режимов работы СДН системы оборотного водоснабжения крупного нефтехимического производства, главным образом аномальных, и возникающих при этом процессов, с учетом схемы их электропитания и средств РЗ, а именно:

- 1) снижение напряжения на шинах секции, питающей исследуемые СД;
- 2) выбег и самозапуск СДН, связанные с АВР между основной и резервной секциями;
- 3) выбег и самозапуск СДН при 3х-фазных к.з. различной длительности на шинах питающей секции с выведенным из работы АВР;

- 4) возникновение токов 3х-фазного к.з. в кабелях ввода, присоединений СДН и создаваемые ими тепловые импульсы, определяющие термическую стойкость этих кабелей.

Решение обозначенных вопросов в силу общеизвестных особенностей и специфики отдельных систем электроснабжения и электроэнергетической системы в целом можно решить путем математического моделирования, предполагающего использование для синхронных двигателей, их систем возбуждения, а также прилегающих элементов системы электроснабжения адекватных математических моделей.

## Обзор литературы

При написании данной работы были использованы научная и учебно-методическая литература.

Основным источником, раскрывающим теоретические основы самозапуска синхронных двигателей явилась работа Голоднова Ю.М., где в полной мере раскрываются процессы, происходящие при самозапуске синхронных двигателей от момента нарушения электроснабжения до восстановления нормальной работы механизмов.

Основные требования к устройствам релейной защиты и автоматики электроустановок с синхронными электродвигателями, на основании анализа процессов, происходящих при перерыве электроснабжения данных двигателей с последующим действием устройств АПВ и АВР, сформулированы в работе Слодаржа М.И.. Диссертация Михалева С.В. содержит методические указания по настройке устройств релейной защиты подстанции с синхронными двигателями, а также по организации связей между подсистемами, составляющими систему поддержания устойчивости работы СД 6-10 кВ.

Требования к математическим моделям, используемым для адекватного воспроизведения процессов, происходящих при самозапуске синхронных двигателей, а также обоснование этих моделей описаны в работах Гусева А.С., Свечкарева С.В., Плодистого И.Л..

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА

### «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студент:

Группа	ФИО
5AM4Б	Дементьев Роман Александрович

Институт	Энергетический	Кафедра	ЭСПИ
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	Электроэнергетика и электротехника/автоматика энергосистем

#### Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, финансовых, информационных и человеческих ресурсов.	При проведении исследования используется база лабораторий ЭНИН ТПУ; в исследовании задействованы 2 человека: студент-исполнитель и научный руководитель.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	НР 34-70-32-83, РД 34.10.301, РД 34.10.102-91, ГОСТ Р 51387-99, МУ 34-00-094-85, ГОСТ Р 53905-2010
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений	Отчисления в социальные фонды - 30 % от ФОТ.

#### Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Описание потенциального потребителя, SWOT анализ
2. Планирование этапов и выполнения работ по НИР (определение состава работы, определение действующих лиц, установление длительности и трудоемкости работы)	Планирование научно-исследовательских работ, определение действующих лиц, длительности и трудоемкости работ.
3. Расчет бюджета для научно-технического исследования	Определение материальных затрат НИИ, затрат на специальное оборудование, расчет основной заработной платы и накладных расходов
4. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Оценка целесообразности и эффективности научного исследования. Анализ и оценка научно-технического уровня исследования. Оценка рисков.

#### Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Диаграмма Ганта
--------------------

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент кафедры менеджмента ТПУ	Грахова Е.А.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5AM4Б	Дементьев Р.А.		

#### **4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение**

В настоящее время перспективность научного исследования определяется не столько масштабом открытия, оценить которое на первых этапах жизненного цикла высокотехнологического и ресурсоэффективного продукта бывает достаточно трудно, сколько коммерческой ценностью разработки. Оценка коммерческой ценности разработки является необходимым условием при поиске источников финансирования для проведения научного исследования и коммерциализации его результатов.

Темой научно-технического исследования является оценка влияния автоматического включения резерва на самозапуск мощных синхронных двигателей. Проведение исследования предполагает использование специализированного программно-технического комплекса и основано на построении математической модели рассматриваемого участка производства.

Целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является определение перспективности и успешности научно-технического исследования, оценка его эффективности, уровня возможных рисков, разработка механизма управления и сопровождения конкретных проектных решений на этапе реализации [10].

Для достижения обозначенной цели необходимо решить следующие задачи:

- оценить коммерческий потенциал и перспективность проведения научного исследования;
- осуществить планирование этапов выполнения исследования;
- рассчитать бюджет проводимого научно-технического исследования;
- произвести оценку социальной и экономической эффективности исследования.

## **4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения**

### **4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования**

Крупные синхронные машины являются потребителями первой категории, незапланированное отключение которых может привести к существенным материальным потерям, риску для здоровья и жизни людей. Вышеперечисленные обстоятельства приводят к необходимости комплексного подхода к мероприятиям, направленным на сохранение устойчивости работы синхронных машин в различных режимах.

Немаловажную роль среди проводимых исследований играет изучение возможности самозапуска мощных синхронных двигателей в различных схемах электроснабжения промышленных предприятий в совокупности с системами автоматического включения резервного питания.

В рамках настоящего научного исследования предлагается разработанный на базе НИЛ «Моделирование ЭЭС» ЭНИН ТПУ Всережимный моделирующий комплекс электроэнергетических систем, представляющий собой специализированную микропроцессорную программно-техническую систему реального времени гибридного типа, на котором осуществляется моделирование необходимых для анализа режимов и процессов. Данное программное обеспечение обеспечивает необходимую достоверность результатов, высокую скорость выполнения работы, наглядность, а также доступный пользовательский интерфейс. Программа позволяет воспроизвести процессы, происходящие в реальных электроустановках при их эксплуатации, основываясь на построении адекватных математических моделей, что впоследствии является основой для принятия правильного технического решения и позволяет свести к минимуму экономические издержки того или иного производства.

Основными потребителями подобных исследований могут быть:

- крупные нефтехимические производства;
- объединенные диспетчерские управления;
- легкая и тяжелая промышленность;
- электростанции различного типа,

а также другие виды производств, связанные с эксплуатацией мощных потребителей электрической энергии, влияющих на процесс производства.

#### 4.1.2 SWOT-анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

Для проведения комплексного анализа проводимого исследования выделим несколько этапов:

1. Описание сильных и слабых сторон проекта, выявление возможностей и угроз для реализации проекта.

Таблица 3 - Матрица SWOT

	<b>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Принципиально новая методика проведения исследования</li><li>2. Универсальность применения разрабатываемых математических моделей</li><li>3. Наличие опытного научного-руководителя</li><li>4. Актуальность проводимого исследования</li><li>5. Обширная сфера применения</li></ol>	<b>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Требуется уникального оборудования</li><li>2. Возможность появления новых методов</li><li>3. Отсутствие повсеместного внедрения новой методики</li><li>4. Требуется тщательного сбора исходных данных</li><li>5. Многостадийность методики</li></ol>
--	--	--



Продолжение таблицы 3		
<p><b>Возможности:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Возможность создания партнерских отношений с рядом исследовательских институтов</li> <li>2. Большой потенциал применения метода математического моделирования динамических процессов</li> <li>3. Большая стоимость конкурентных разработок и сложность их использования</li> <li>4. Возможность выхода на внешний рынок</li> <li>5. Рост потребности в обеспечении безопасности технологического процесса и сокращения экономических издержек</li> </ol>	<p>Актуальность разработки, опытный руководитель и принципиально новая методика дает возможность сотрудничать с рядом ведущих исследовательских институтов;</p> <p>Большой потенциал применения методики, а так же возможность выхода на внешний рынок обуславливаются принципиально новой методикой;</p> <p>Рост потребности в обеспечении безопасности технолого-производственного процесса и сокращения экономических издержек возможен за счет принципиально новой методики;</p> <p>За счет новизны и принципиальных отличий возможен выход на большие объемы применения данной методики.</p>	<p>Возможность наличия партнерских отношений с исследовательскими институтами для взаимного использования уникального оборудования;</p> <p>Отсутствие повсеместного внедрения новой методики обеспечивает большой потенциал применения метода математического моделирования динамических процессов</p>
<p><b>Угрозы:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Отсутствие спроса на новые программные продукты в исследуемой сфере</li> <li>2. Развитая конкуренция в сфере</li> </ol>	<p>Универсальность применения разрабатываемых математических моделей и обширная сфера применения программного комплекса минимизируют влияния развитой конкуренции в обозначенной сфере</p>	

математического моделирования Окончание таблицы 3 технологических процессов крупных производств  3. Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования  4. Захват внутреннего рынка иностранными компаниями  5. Малые скорости внедрения разрабатываемого ПО	Актуальность проводимого исследования и наличие опытного научного руководителя в сочетании с принципиально новой методикой проведения работ обеспечивают стремительный выход на внутренний рынок	
--	---	--

2. Выявление соответствия сильных и слабых сторон научно – исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды.

Таблица 4 - Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта						
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	B1	+	+	+	+	+
	B2	0	0	+	+	0
	B3	+	-	-	-	-
	B4	+	+	0	+	+
	B5	+	0	-	+	0

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие сильных сторон и возможности: B1C1C2C3C4C5, B2C3C4, B3C1, B5C1C4.

Таблица 5 - Интерактивная матрица проекта

Слабые стороны проекта						
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	B1	+	-	-	0	0
	B2	0	0	+	-	-
	B3	-	0	0	-	-

	B4	-	0	-	-	-
	B5	0	-	-	-	0

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие слабых сторон и возможности: B1Сл1, B2Сл3.

Таблица 6 - Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта						
Угрозы проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	Y1	-	0	0	-	-
	Y2	0	+	0	0	+
	Y3	0	0	0	0	0
	Y4	+	0	+	+	+
	Y5	-	-	0	0	0

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие сильных сторон и угроз: Y2C2C5, Y4C1C3C4C5.

Таблица 7 - Интерактивная матрица проекта

Слабые стороны проекта						
Угрозы проекта проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	Y1	-	0	-	0	-
	Y2	-	-	0	-	-
	Y3	-	0	0	0	0
	Y4	0	-	-	-	-
	Y5	-	-	0	0	0

Коррелирующие слабые стороны и угрозы не выявлены.

**Вывод:** заявленная методика имеет большой потенциал, широкий круг потенциальных потребителей, а также возможность быстрого выхода на внешний рынок.

## **4.2 Планирование этапов и выполнения работ проводимого научного исследования**

### **4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования**

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

Для выполнения научных исследований формируется рабочая группа, в состав которой могут входить научные сотрудники и преподаватели, инженеры, техники и лаборанты, численность групп может варьироваться. По каждому виду запланированных работ устанавливается соответствующая должность исполнителей.

В данном разделе составлен перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования и произведено распределение исполнителей по видам работ. Порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 8.

Таблица 8 – Перечень этапов работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание исследовательской части работ	Содержание технической части работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Получение технического задания от предприятия-заказчика и его согласование.	Научный руководитель
Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	Сбор необходимых данных, технических параметров оборудования, изучения технологического процесса.	Инженер
	3	Выбор направления исследований	Выбор способа проведения технической стороны исследования и его обоснование; составление математических моделей.	Руководитель, инженер
	4	Календарное планирование работ по теме	Составление графика выполнения работ на всех этапах.	Научный руководитель
Теоретические исследования	5	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Проведение теоретических расчетов, а затем необходимых экспериментов для их подтверждения.	Инженер
Обобщение и оценка результатов	6	Оценка эффективности полученных результатов	Анализ результатов проведенного научно-технического исследования, выдача рекомендаций относительно решаемой задачи.	Инженер совместно с научным руководителем
Оформление отчета по НИР	7	Составление пояснительной записки	Составление отчета о проделанной работе, с указанием проблематики проводимого исследования, результатов и принятых технических решений.	Инженер
	8	Публикация полученных результатов	Передача результатов исследования заказчику и их внедрение в процесс производства.	Научный руководитель

#### 4.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости  $t_{ожі}$  используется следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5}, \quad (41)$$

где  $t_{ожі}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения  $i$ -ой работы чел.-дн.;

$t_{mini}$  – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{maxi}$  – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях  $T_p$ , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i}, \quad (42)$$

где  $T_{pi}$  – продолжительность одной работы, раб.дн.;

$t_{ожі}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.

$\text{Ч}_i$  – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

В таблице 9 приведены ожидаемая трудоемкость и время выполнения работ.

#### 4.2.3 Разработка графика проведения научного исследования

Наиболее удобным и наглядным в данном случае является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта.

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}, \quad (43)$$

где  $T_{ki}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в календарных днях;

$T_{pi}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$  – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{365}{365 - 104 - 14} = \frac{365}{247} = 1,48, \quad (44)$$

где  $T_{\text{кал}}$  – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$  – количество выходных дней в году (пятидневная рабочая неделя);

$T_{\text{пр}}$  – количество праздничных дней в году.

Рассчитанные значения в календарных днях по каждой работе  $T_{ki}$  необходимо округлить до целого числа.

Все рассчитанные значения сведены в таблицу 9:

Таблица 9 - Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ						Исполнители		Длительность работ в рабочих днях $T_{pi}$		Длительность работ в календарных днях $T_{ki}$	
	$t_{min}$ , чел-дни		$t_{max}$ , чел-дни		$t_{ожг}$ , чел-дни							
	Науч. рук-ль	Инженер	Науч. рук-ль	Инженер	Науч. рук-ль	Инженер	Науч. рук-ль	Инженер	Науч. рук-ль	Инженер	Науч. рук-ль	Инженер
Составление и утверждение технического задания	2	-	4	-	2,8	-	1	-	2,8	-	4	-
Подбор и изучение материалов по теме	-	14	-	21	-	16,8	-	1	-	16,8	-	25
Выбор направления исследований	2	4	3	5	2,4	4,4	1	1	2,4	4,4	4	7
Календарное планирование работ по теме	3	-	7	-	4,6	-	1	-	4,6	-	7	-
Проведение теоретических расчетов и обоснований	-	21	-	28	-	23,8	-	1	-	23,8	-	35
Оценка эффективности полученных результатов	3	7	5	14	3,8	9,8	1	1	3,8	9,8	6	15
Составление пояснительной записки	-	5	-	10	-	5	-	1	-	5	-	7
Публикация полученных результатов	2	-	4	-	2,8	-	1	-	2,8	-	4	-

Итого длительность работ – 114 календарных дней.

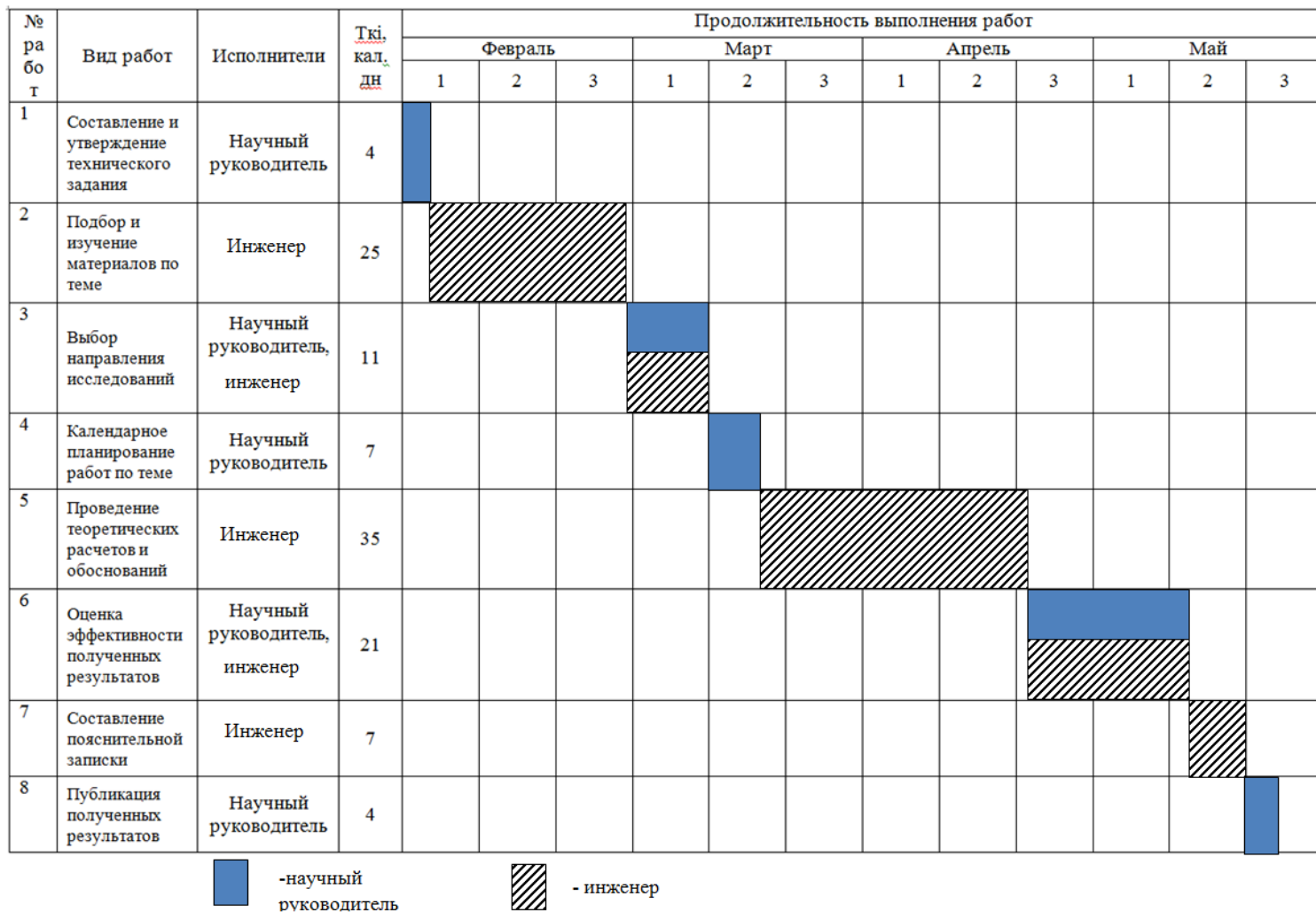
На основе таблицы 9 строим календарный план-график. График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта, с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени написания ВКР. При этом работы на графике следует выделить различной штриховкой в зависимости от исполнителей, ответственных за ту или иную работу.



Календарный план-график построенный для максимального по длительности второго варианта исполнения работ рамках научно-исследовательского проекта приведен в таблице 10.

**Вывод:** общее число работ составило 8. Ожидаемая трудоемкость работ для научного руководителя составила 16 чел-дней, для студента-исполнителя составила 60 чел-дней. Общая максимальная длительность выполнения работы составила 114 календарных дней.

Таблица 10 - Календарный план-график проведения НИР (Диаграмма Ганта)



## 4.3 Расчет бюджета для научно-технического исследования

### 4.3.1 Расчет материальных затрат НТИ

Данная статья включает стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта.

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$З_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m Ц_i \cdot N_{расхi} , \quad (45)$$

где  $m$  – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расхi}$  – количество материальных ресурсов  $i$ -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м<sup>2</sup> и т.д.);

$Ц_i$  – цена приобретения единицы  $i$ -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м<sup>2</sup> и т.д.);

$k_T$  – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Значения цен на материальные ресурсы могут быть установлены по данным, размещенным на соответствующих сайтах в Интернете предприятиями-изготовителями (либо организациями-поставщиками).

Величина коэффициента ( $k_T$ ), отражающего соотношение затрат по доставке материальных ресурсов и цен на их приобретение, зависит от условий договоров поставки, видов материальных ресурсов, территориальной удаленности поставщиков и т.д. Транспортные расходы принимаются в пределах 15-25% от стоимости материалов. Материальные затраты, необходимые для данной разработки, занесены в таблицу 11:

Таблица 11 - Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество		Цена за ед., руб		Затраты на материалы, (Зм), руб	
		Науч. Рук-ль	Инженер	Науч. Рук-ль	Инженер	Науч. Рук-ль	Инженер
Компьютер	Штука	1	1	20000	25000	23000	28750
Принтер	Штука	1	1	6000	6000	6900	6900
Mathcad	Штука	1	1	7000	7000	8050	8050
Microsoft Word	Штука	1	1	2000	2000	2300	2300
Специализированное ПО	Штука	3	3	8000	8000	9200	9200
Канцелярские принадлежности	-	-	-	-	-	2000	4000
Итого						<b>51450</b>	<b>57200</b>

#### 4.3.2 Основная заработная плата исполнителей темы

В настоящую статью включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, рабочих макетных мастерских и опытных производств, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20 –30 % от тарифа или оклада. Расчет основной заработной платы приведен в таблице 12:

Таблица 12 - Расчет основной заработной платы

№ п/ п	Наименовани е этапов	Исполнители по категориям		Трудо-емкость, чел.-дн.		Заработная плата, приходящаяся на один чел.-дн., тыс. руб.		Всего заработная плата по тарифу (окладам), тыс. руб	
		Исп. 1	Исп. 2	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 1	Исп. 2
1	Составление и утверждение технического задания	Научн ый руково дитель	-	2,8	-	3060	-	8568	-
2	Подбор и изучение материалов по теме	-	Инже нер	-	16,8	-	1515	-	25452
3	Выбор направления исследований	Научн ый руково дитель	Инже нер	2,4	4,4	3060	1515	7344	6666
4	Календарное планирование работ по теме	Научн ый руково дитель	-	4,6	-	3060	-	14076	-
5	Проведение теоретически х расчетов и обоснований	-	Инже нер	-	23,8	-	1515	-	36057
6	Оценка эффективнос ти полученных результатов	Научн ый руково дитель	Инже нер	3,8	9,8	3060	1515	11628	14847
7	Составление пояснительно й записки	-	Инже нер	-	5	-	1515	-	7575
8	Публикация полученных результатов	Научн ый руково дитель	-	2,8	-	3060	-	8568	-
Итого:								<b>50184</b>	<b>90597</b>

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением НТИ, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату:

$$З_{зп} = З_{осн} + З_{доп}, \quad (46)$$

где  $З_{осн}$  – основная заработная плата;

$З_{доп}$  – дополнительная заработная плата (12-20 % от  $З_{осн}$ ).

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{дн} = \frac{З_{м} \cdot М}{F_{д}}, \quad (47)$$

где  $З_{м}$  – месячный должностной оклад работника, руб.;

$М$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года;

$F_{д}$  – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб.дн.

Расчет баланса рабочего времени приведен в таблице 13:

Таблица 13 - Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Научный руководитель	Инженер
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней		
- выходные дни	104	104
- праздничные дни	14	14
Потери рабочего времени		
- отпуск	24	48
- невыходы по болезни	16	10
Действительный годовой фонд рабочего времени	207	189

Месячный должностной оклад работника:

$$З_{м} = З_{тс} \cdot (1 + k_{пр} + k_{д}) \cdot k_{р}, \quad (48)$$

где  $З_{тс}$  – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{пр}$  – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от  $З_{тс}$ );

$k_{д}$  – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5 (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: 15-20 % от  $З_{тс}$ );

$k_{р}$  – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Тарифная заработная плата  $Z_{тс}$  находится из произведения тарифной ставки работника 1-го разряда  $T_{ci} = 600$  руб. на тарифный коэффициент  $k_t$  и учитывается по единой для бюджетных организаций тарифной сетке. Для предприятий, не относящихся к бюджетной сфере, тарифная заработная плата (оклад) рассчитывается по тарифной сетке, принятой на данном предприятии. Расчёт основной заработной платы приведён в таблице 14:

Таблица 14 - Расчёт основной заработной платы

Исполнители	$Z_{тс}$ , руб.	$k_{пр}$	$k_d$	$k_p$	$Z_m$ , руб.	$Z_{дн}$ , руб.	$T_p$ , раб.дн.	$Z_{осн}$ , руб.
Научный руководитель	30000	0,3	0,15	1,3	56550	3059,71	207	633360
Инженер	15000	0,3	0,5	1,3	35100	1514,689	189	286276
Итого								919636

Основная заработная плата руководителя (от ТПУ) рассчитывается на основании отраслевой оплаты труда. Отраслевая система оплаты труда в ТПУ предполагает следующий состав заработной платы:

1) оклад – определяется предприятием. В ТПУ оклады распределены в соответствии с занимаемыми должностями, например, ассистент, ст. преподаватель, доцент, профессор (см. «Положение об оплате труда», приведенное на интернет-странице Планово-финансового отдела ТПУ).

2) стимулирующие выплаты – устанавливаются руководителем подразделений за эффективный труд, выполнение дополнительных обязанностей и т.д.

3) иные выплаты; районный коэффициент.

#### 4.3.3 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций (при исполнении государственных и

общественных обязанностей, при совмещении работы с обучением, при предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска и т.д.).

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}} \quad (49)$$

где  $k_{\text{доп}}$  – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15). Расчет дополнительной заработной платы приведен в таблице 15.

#### **4.3.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)**

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$З_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}), \quad (50)$$

где  $k_{\text{внеб}}$  – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

На 2014 г. в соответствии с Федеральным закона от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%. На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2014 году водится пониженная ставка – 27,1%.

Отчисления во внебюджетные фонды представлен в таблице 15:

Таблица 15 - Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Научный руководитель	633360	95004



## Окончание таблицы 15

Инженер	286276	42941
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,271	
Отчисления, руб		
Научный руководитель	197386,6	
Инженер	89218	

**4.3.5 Накладные расходы**

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$З_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 4) \cdot k_{\text{нр}}, \quad (51)$$

где  $k_{\text{нр}}$  – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

Расчет величины накладных расходов приведен в таблице 16

Таблица 16 – Накладные расходы

	$З_{\text{накл}}$ , руб.
Научный руководитель	156352
Инженер	76102

**4.3.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта**

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы (темы) является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией

в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции.

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в таблице 17:

Таблица 17 - Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.		Примечание
	Научный руководитель	Инженер	
1. Материальные затраты НТИ	51450	57200	Пункт 3.3.1
2. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	633360	286276	Пункт 3.3.2
3. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	95004	42941	Пункт 3.3.3
4. Отчисления во внебюджетные фонды	197386	89218	Пункт 3.3.4
5. Накладные расходы	156352	76102	16 % от суммы ст. 1-4
Бюджет затрат НТИ	<b>1133552</b>	<b>551737</b>	Сумма ст. 1-5

**Вывод:** суммарный бюджет затрат НТИ составил – 1685289 рублей.

#### 4.4 Определение целесообразности и эффективности научного исследования

##### 4.4.1 Анализ и оценка научно-технического уровня проекта

Для оценки научной ценности, технической значимости и эффективности исследования необходимо: рассчитать коэффициент научно-технического уровня. Коэффициент НТУ рассчитывается при помощи метода балльных оценок, в котором каждому из признаков НТУ присваивается определенное число баллов по принятой шкале. Общую оценку приводят по сумме баллов по всем показателям с учетом весовых характеристик. Общая оценка рассчитывается по формуле:

$$HTU = \sum_{i=1}^n k_i \cdot P_i \quad (52)$$

где  $k_i$  – весовой коэффициент  $i$  – го признака;

$P_i$  – количественная оценка  $i$  – го признака.

Т а б л и ц а 18 – Весовые коэффициенты НТУ

Признаки НТУ	Весовой коэффициент
Уровень новизны	0.4
Теоретический уровень	0.2
Возможность и масштабы реализации	0.4

Т а б л и ц а 19 – Шкала оценки новизны

Баллы	Уровень
1-4	Низкий НТУ
5-7	Средний НТУ
8-10	<u>Сравнительно высокий НТУ</u>
11-14	Высокий НТУ

Т а б л и ц а 20 – Значимость теоретических уровней

Характеристика значимости теоретических уровней	Баллы
Установка законов, разработка новой теории	10
<u>Глубокая разработка проблем, многосторонний анализ, взаимозависимость</u>	<u>8</u>

<b>Окончательная таблица 20</b>	
Разработка алгоритма	6
Элементарный анализ связей между факторами (наличие гипотезы, объяснение версий, практические рекомендации)	2
Описание отдельных факторов (вещества, свойств, опыта, результатов)	0.5

Т а б л и ц а 21 - Возможность реализации по времени и масштабам

<b>Время реализации</b>	<b>Баллы</b>
<u>В течение первых лет</u>	<u>10</u>
От 5 до 10 лет	4
Свыше 10 лет	2
<b>Масштабы реализации</b>	<b>Баллы</b>
Одно или несколько предприятий	2
<u>Отрасль</u>	<u>4</u>
Народное хозяйство	10

$$k_1 = 0.4, \Pi_1 = 10, k_2 = 0.2, \Pi_2 = 8,$$

$$k_3 = 0.2, \Pi_3 = 10, k_4 = 0.2, \Pi_4 = 4.$$

$$НТУ = 0.4 \cdot 10 + 0.2 \cdot 8 + 0.2 \cdot 10 + 0.2 \cdot 4 = 8.4$$

По полученным результатам расчета коэффициента научно-технического уровня можно сделать вывод, что данный проект имеет высокую значимость теоретического и практического уровня, и при этом используется в широком спектре отраслей

#### 4.4.2 Оценка важности рисков

При оценке важности рисков оценивается вероятность их наступления ( $P_i$ ). По шкале от 0 до 100 процентов: 100 – наступит точно, 75 – скорее всего наступит, 50 – ситуация неопределенности, 25 – риск скорее всего не наступит, 0 – риск не наступит. Оценка важности риска оценивается весовым коэффициентом ( $w_i$ ). Важность оценивается по 10- балльной шкале  $b_i$ . Сумма весовых коэффициентов должна равняться единице. Оценка важности рисков приведена в таблице

Таблица 22 – Экономические риски

№	Риски	$P_i$	$b_i$	$w_i$	$P_i * w_i$
1	Инфляция	100	1	0,019	1,960
2	Экономический кризис	25	2	0,039	0,980
3	Недобросовестность поставщиков	25	6	0,117	2,941
4	Непредвиденные расходы в плане работ	50	7	0,137	6,862
5	Снижение уровня спроса на продукцию	50	10	0,196	9,803
6	Сложность выхода на мировой рынок вследствие монополизированность рынка	75	7	0,137	10,294
7	Колебания рыночной конъюнктуры	25	6	0,117	2,941
8	Отсутствие в числе сотрудников экономистов	25	2	0,039	0,980
9	Низкие объемы сбыта	50	10	0,196	9,803
	Сумма		51	1	46,568

Таблица 23 – Технологические риски

№	Риски	$P_i$	$b_i$	$w_i$	$P_i * w_i$
1	возможность поломки оборудования	25	7	0,25	6,25
2	низкое качество поставленного оборудования	25	9	0,3214	8,0357
3	неправильная сборка оборудования	25	8	0,2857	7,1428
4	опасность для работающего персонала и аппаратуры	75	4	0,1428	10,714
	Сумма		28	1	32,142

Таблица 24 – Научно-технические риски

№	Риски	$P_i$	$b_i$	$w_i$	$P_i * w_i$
1	развитие конкурентных технологий	75	7	0,145	10,937
2	создание новых методов синтеза	75	7	0,145	10,937
3	риск невозможности усовершенствования технологии	50	8	0,166	8,333
4	отсутствие результата в установленные сроки	50	7	0,145	7,2916
5	получение отрицательного результата при внедрении в производство	25	10	0,208	5,208
6	несвоевременное патентование	25	9	0,187	4,687
	Сумма		48	1	47,395

Далее производится расчет общих рисков:

Таблица 25 – Общая оценка риска проекта

Виды рисков в группе	$P_i$	$b_i$	$W_i$	$P_i * W_i$
Экономические	46,57	10	0,25	11,64
Технологические	32,14	9	0,5	16,07
Научно-технические	47,4	6	0,25	11,85

Итого		25	1	39,56
-------	--	----	---	-------

Итоговая оценка риска проекта составила порядка 40%, т.е. проект имеет право на жизнь, хотя и не лишен препятствий.

Для того чтобы избежать риски или минимизировать их воздействие на проект необходимо проводить мероприятия по борьбе с рисками.

Таким образом, анализируя результаты данного раздела, можно заключить, что проводимое исследование имеет высокую значимость теоретического и практического уровня, а также приемлемый уровень рисков. Это подтверждает целесообразность проводимого научного исследования.

## **Выводы**

В ходе выполнения раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» были решены следующие задачи:

1. Проведена оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научного исследования на примере SWOT-анализа, результат которого показал большой потенциал применения методики, а так же возможность быстрого выхода на внешний рынок обеспечены принципиально новым подходом к решению поставленной задачи.
2. Определен полный перечень работ, проводимых при исследовании влияния автоматического включения резерва на возможность самозапуска мощных синхронных двигателей. Общее число работ составило 8. Определена трудоемкость проведения работ. Ожидаемая трудоемкость работ для научного руководителя составила 16 чел-дней, для студента-исполнителя составила 60 чел-

дней. Общая максимальная длительность выполнения работы составила 114 календарных дней.

3. Суммарный бюджет затрат НТИ составил – 1685289 рублей. Расчет бюджета осуществлялся на основе следующих пунктов:

- расчет материальных затрат НТИ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы.

4. Определена целесообразность и эффективность научного исследования путем анализа и оценки научно-технического уровня проекта, а также оценки возможных рисков. В результате проводимое исследование имеет высокую значимость теоретического и практического уровня и приемлемый уровень рисков.

Следует отметить важность для проекта в целом проведенных в данной главе работ, которые позволили объективно оценить эффективность проводимого научно-технического исследования.